



KUNTOTUTKIMUS KUNNOSSAPIDON APUNA

Topi Könkö

Opinnäytetyö
Toukokuu 2015
Sähkötekniikka
Sähkövoimatekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikka
Sähkövoimatekniikka

KÖNKÖ, TOPI:

Kuntotutkimus kunnossapidon apuna

Opinnäytetyö 46 sivua, joista liitteitä 1 sivua
Toukokuu 2015

Tämä opinnäytetyö tehtiin eräälle paperitehtaalte. Työn lähtökohtana oli tehdä kuntotutkimus sähkötilassa 03ST01. Samassa yhteydessä laadittiin kuntoarvio myös muuntajien M11 ja M12 muuntopiirien sähkökeskuksista. Kuntotutkimuksessa kerättyjen tietojen pohjalta esitettiin kohdat, jotka pitää huomioida kunnossapitosuunnittelussa. Työ tilattiin kyseisten muuntajien muuntopiireille, koska kyseisistä muuntopiireistä on löydettävissä huomattavan vanhoja sähkökeskuksia.

Opinnäytetyöraportin alussa kerrotaan yleisesti kunnossapidosta ja kuntotutkimuksesta. Seuraavaksi käsitellään kuntotutkimuksen suunnittelua ja asioita, jotka otettiin huomioon kuntotutkimuksessa. Tämän jälkeen kerrotaan itse kuntotutkimuksessa ilmenneistä havainnoista ja mahdollisista epäkohdista. Lopuksi esitellään kuntotutkimuksessa tehtyjen havaintojen ja epäkohtien korjaamista sekä pohditaan, kuinka nämä tulee huomioida kunnossapidon suunnittelussa.

Kuntotutkimukseen sisällytettiin aistivarainen tarkistus, jossa pyrittiin havaitsemaan komponenttien mekaaniset vauriot ja keskusten turvallisuus asentajille. Lisäksi kuntotutkimuksen yhteydessä suoritettiin dokumenttien tarkistus ja lämpökamerakuvaukset. Dokumenttiosuudessa tarkistettiin kaikkien keskusten osaluettelot ja näiden paikkansapitävyys. Lämpökamerakuvauksissa pyrittiin havaitsemaan löystyneitä johdinliitoksia ja vikaantuneita komponentteja.

Opinnäytetyön yhteydessä suoritettu kuntotutkimuksessa luotu raportti luovutettiin työn tilaajalle. Näiden pohjalta tilaaja määrittelee tarkemman kunnossapitosuunnitelman ja mahdollisten investointien tarpeen.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical Engineering
Electrical Power Engineering

KÖNKÖ, TOPI:
Condition Inspection Supporting Maintenance

Bachelor's thesis 46 pages, appendices 1 pages
May 2015

This bachelor's thesis was made in a paper mill. The starting point was to make a condition inspection in 03ST01 electric equipment room. In the same context, condition inspection for transformers M11 and M12 conversion circuits' switchboards were made. Based on the observations made during the maintenance inspections were proposed sections which should be noticed during planning of the maintenance. The thesis was requested for those transformer conversion circuits because there were a large number of outdated switchboards.

In the beginning of this thesis, maintenance and condition inspection are described generally. The following point to be discussed is of the planning for condition inspections and things which were taken into consideration during the planning of inspection. Next, the thesis concentrates on the observations, which were made during the condition inspection and the faults which were found. Lastly there are presented some solutions to fix the problems which were encountered during the condition inspection and some consideration about how these proposed solutions should be taken into consideration during the future maintenance planning.

The condition inspection included a physical condition inspection where the goal was to detect the physical damages of the components and to determine the safety of the switchboards for the electricians. Alongside the condition inspection there were documents and thermal camera inspections. In the documents inspection the part lists of switchboards and their accuracy were investigated. The point of thermal camera inspection was to detect loose connections and fault components.

The investigation report which was made during the condition inspection was handed over to client who requested the inspection. Based on these reports the client can define more detailed maintenance plans and needs of investments.

Key words: condition inspection, maintenance, old switchboards

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	KUNNOSSAPITO	7
3	KUNTOTUTKIMUS	9
4	KUNTOTUTKIMUKSEN SUUNNITTELU	10
4.1	Aistinvarainen tarkistus	10
4.2	Dokumentit	11
4.3	Lämpökuvaus	11
4.4	Kuntotutkimuksen raportointi	14
5	KUNTOTUTKIMUKSEN AISTINVARAINEN VAIHE.....	15
5.1	Sähkötila 03ST01	15
5.1.1	Keskusten rakenne	15
5.1.2	Lähtöjen numeroinnit	16
5.1.3	Kiskosillat	17
5.1.4	Kaapelitila ja kaapelointi.....	18
5.1.5	Muita raportoitavia asioita	19
5.2	Alakeskukset	21
5.2.1	Keskusrakenteet ja ympäristö	21
5.2.2	Keskusten tiiviys	23
5.2.3	Kosketussuojaus	24
5.2.4	Virran aiheuttamia vikoja.....	26
5.2.5	Kompensointilaitteisto	27
5.2.6	Puretun keskuksen tarkastelu	29
5.2.7	Kyseenalaiset asiat	30
6	KUNTOTUTKIMUKSEN DOKUMENTTINEN VAIHE.....	33
6.1	Pääkeskusten dokumentit.....	33
6.2	Alakeskusten dokumentit.....	34
7	KUNTOTUTKIMUKSEN LÄMPÖKUVAUSVAIHE	36
8	KUNNOSSAPIDON SUUNNITTELU	39
8.1	Yleiset puutteet	39
8.2	Sähkötila ja pääkeskukset	39
8.3	Puretut kaapelit	40
8.4	Sähkökeskukset.....	40
8.5	Valurautakeskukset	41
8.6	Kompensointilaitteisto	42
9	POHDINTA.....	44

LÄHTEET	45
LIITTEET	46
Liite 1. Ote kuntotutkimuksen raportoinnista.....	46

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö on toteutettu eräällä paperitehtaalla keväällä 2015. Aiheena on teollisuuslaitoksella suoritettava kuntotutkimus, jonka pohjalta luodaan alustava kunnossapitosuunnitelma.

Työ rajoittui muuntajien pääkeskuksiin M11 ja M12, jotka sijaitsivat sähkötilassa 03ST01. Työhön myös sisällytettiin näiden pääkeskusten alakeskukset. Tarkoituksena oli kartoittaa näiden sähköjärjestelmien kunto kuntotutkimuksen avulla. Tutkimuksen tavoitteena oli tuoda esille kohdat, jotka pitää ottaa huomioon kunnossapitosuunnitellussa. Lisäksi kerättyjen tietojen kohdalta esitettiin mahdolliset uusimisen tarpeet.

Kuntotutkimuksessa pyrittiin tarkastelemaan sähkökeskuksia työturvallisuuden kannalta. Lisäksi havaitut puutteet syyt pyrittiin analysoimaan ja perustelemaan pienjännitesähköstandardeilla ja lainsäädännöllä. Käsiteltyjen asioiden seurauksena pyritään lisäämään käyttövarmuutta tehtaalla ja ennen kaikkea parantamaan turvallisuutta.

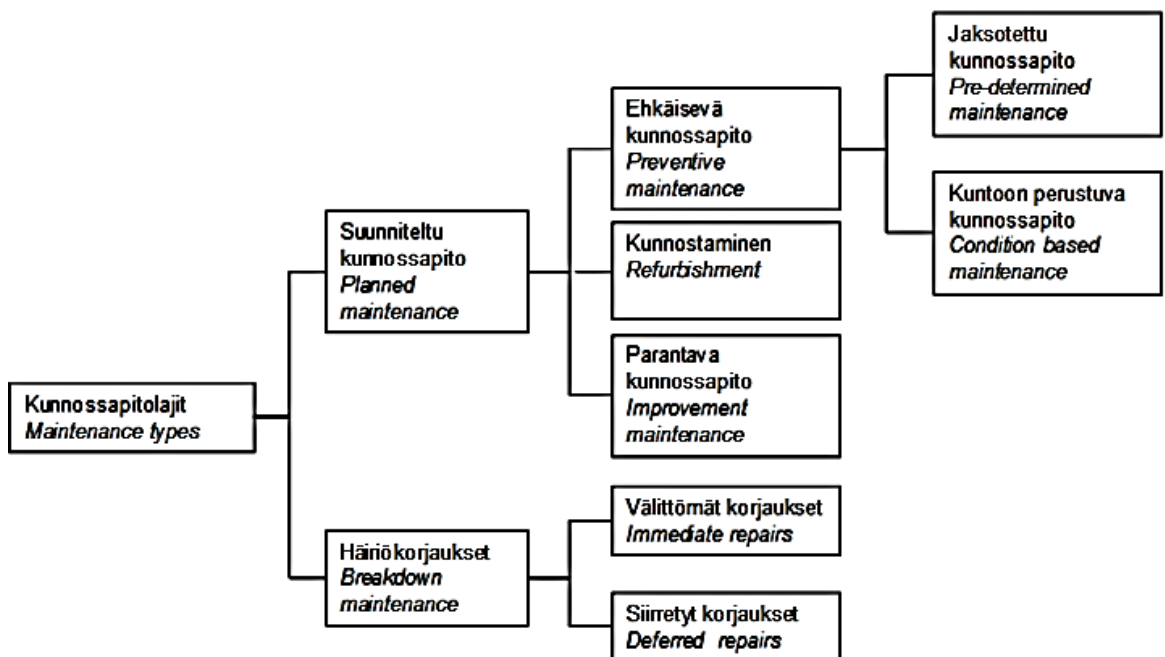
Opinnäytetyössä on tuotu esille kohdat, jotka vaativat tarkempaa tarkastelua kunnossapitosuunnitelmaa luodessa. Työssä esitettyjen johtopäätelmien avulla tilaajan on myös mahdollista saada parempi kuva mahdollisista investointitarpeista.

2 KUNNOSSAPITO

Kauppa- ja teollisuusministeriön sähkölaitteistojen käyttöön otosta ja käytöstä antaman päätöksen (517/1996) 10 § velvoittaa sähkölaitteiston haltijaa on huolehtimaan siitä, että laitteiston kuntoa ja turvallisuutta tarkkaillaan, ja että havaitut puutteet sekä viat poistetaan riittävän nopeasti. Sähkölaitteistojen, jotka kuuluvat luokkiin 2 ja 3, on laadittava lisäksi ennalta sähköturvallisuutta ylläpitävä kunnossapito-ohjelma.

Kunnossapito määritellään SFS standardien mukaan kaikki sellaiset toimenpiteet, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa koneen toimintakyky sellaiseksi, että kone pystyy suorittamaan halutun toiminnon. Näihin luetellaan tekniset, hallinnolliset ja myös liikkeenjohdolliset toimenpiteet. (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2010)

Itse kunnossapito on mahdollista jakaa kahteen pääryhmään; suunniteltu kunnossapito ja häiriökorjaukset. Näihin taas kuuluu useita eri lajeja. Suurin ero näillä kahdella on se, että suunnitellussa kunnossapidossa häiriöt pyritään ennakoimaan ja korjaamaan ennen vian syntymistä. Häiriökorjauksiin kuuluu työ, joissa korjataan jo ilmenneitä vikoja. Kuvassa 1 on nähtävissä kunnossapidon lajit. (PSK Standardisointi, 2011)



KUVA 1. Kunnossapitotyypit (PSK Standardisointi, 2011)

Kunnossapito-ohjelman tärkeimpänä tavoitteena on huolehtia siitä, että sähkölaitteiston kunto ja turvallisuus pysyy asianmukaisena. Muita kunnossapito-ohjelman hyötyjä ovat sähkölaitteiston häiriöttömän toiminnan varmistaminen, käyttökeskeytysten väheneminen, huollon ja kunnossapidon ajoittaminen sopiviin ajankohtiin, huoltokustannusten hallinta ja laitteiden eliniän piteneminen. Nämä kaikki ominaisuudet tuovat yritykselle niin taloudellisia kuin toiminnallisia hyötyjä.

Suurin muutos kunnossapidossa vuosikymmenien aikana on suunnitellun kunnossapidon lisääntyminen. Aikaisemmin ei pyritty ennakoimaan vikoja, jolloin näiden ilmeneminen aiheutti usein laitteiston tai prosessin pysäyttämisen. Ajan myötä on pyritty entistä enemmän ennakoimaan mahdollisia vikoja, jotta nämä päästäisiin korjaamaan sopivana ajankohtana.

3 KUNTOTUTKIMUS

Kuntotutkimusta suppeammassa kuntoarviossa voi tulla esiin asioita, joiden selvittäminen ei onnistu ilman tarkempia tutkimuksia ja menetelmiä. Tällöin saattaa olla tarve ainakin osalle järjestelmiä tai järjestelmää suorittaa kuntotutkimus. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto, 2002)

Kuntotutkimus on menettely, jossa tarkastettava kohde tarkastetaan sellaisilla menetelmillä ja siinä laajuudessa, että kyseisen osa-alueen kunto, vauriomekanismit, soveltuvat korjausmenetelmät ja korjausten suositeltava ajankohta saadaan selville riittävällä tarkkuudella. Yleensä kuntotutkimus tilataan tilanteessa, kun kiinteistön sähkötekniisten järjestelmien kunnosta ei ole tarpeeksi tarkkaa kuvaa. (Henkilö- ja Yritysarvionti Seti Oy, 2009)

Kuntotutkimuksen avulla saadaan selvitettyä sähkötekniisten järjestelmien kunto, mahdolliset vauriot, vaurioiden laajuus ja näistä aiheutuvat turvallisuusriskit. Tutkimukseen sisältyy usein laitteiston dokumenttien tarkistaminen, järjestelmän aistinvaraiset tarkastukset ja mahdollisuuden mukaan tarpeelliset mittaukset. Kaikkia mittauksia ei pystytä aina suorittamaan kuntotutkimuksen yhteydessä mikäli sähkölaitteistoa ei voida kytkeä pois käytöstä. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto, 2002)

Tutkimuksen suoritettua kuntotutkimuksesta luodaan raportti joka toimitetaan tilaajalle. Raporttiin tulee kirjata ylös kaikki kuntotutkimuksen aikana saadut tulokset. Luovutuksen yhteydessä tutkimuksen suorittaja käy tilaajan kanssa kuntotutkimuksen vaiheet läpi ja ilmenneet puutteet. Lisäksi työn luovutuksen päätteeksi luovutetaan tilaajalle toimenpide-ehdotukset, joita pyritään käyttämään korjaussuunnittelun apuna ja perusteena. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto, 2002)

On kuitenkin huomioitava, ettei kuntotutkimus korvaa kaupp- ja teollisuusministeriön määräämää sähkölaitteistojen määräaikaistarkastusta, jonka tarkoitus on varmistaa, että valvooko sähkölaitteiston haltija sähkölaitteiston käytön turvallisuutta.

4 KUNTOTUTKIMUKSEN SUUNNITTELU

Ennen kuntotutkimusta suunniteltiin toimenpiteet, kuinka jokainen osio hoidetaan. Tutkimus jaettiin kolmeen eri vaiheeseen, jotka olivat aistinvarainen, dokumentit ja lämpökuvaus.

4.1 Aistinvarainen tarkistus

Mahdolliset oikosulut keskuksissa ovat erittäin harvoin vain itsenäinen ilmiö. Yleensä kyseisen ilmiö on seuraus eristysten vikaantumisesta, kuten eristysten mekaanisista vaurioista. Aistinvaraisessa tarkistuksessa pyritään havaitsemaan komponenttien mekaaniset vauriot, joiden syntymisen syy pyritään selvittämään mahdollisimman tarkasti. (Alhainen, 2015)

Aistinvaraisessa tarkastuksessa otettiin huomioon Tukesin julkaisema sähkölaitteistojen ja käyttönohjaajien S4-ohje. Ohjeessa on lueteltu tekijöitä ja puutteita, jotka vaikuttavat sähköiskun tai muun onnettomuuden todennäköisyyteen, jotka ovat nähtävissä alla olevasta listasta. Näiden mukaan on mahdollista luokitella ilmenevät puutteet neljään eri kategoriaan: kategoria 0 (puute, joka aiheuttaa välitöntä vaaraa), kategoria 1 (puute, joka aiheuttaa vakavaa vaaraa), kategoria 2 (puute, joka aiheuttaa kohtalaista tai lievää vaaraa) tai kategoria 4 (vaatimustenmukainen). (Tukes, 2011)

- *liittyykö puute perussuojaukseen, vikasuojaukseen, vai lisäsuojaukseen*
- *saattaako puute koko suojausjärjestelmän toimimattomaksi vai onko kyse siitä, että suojaus ei toimi kaikilta yksityiskohdilta vaatimuksen mukaisesti*
- *käyttöympäristö*
- *puutteellisen sähkölaitteiston osan konkreettinen sijoituspaikka kohteessa*
- *millaiset käyttäjät ja sivulliset ovat tekemisissä sähkölaitteiston kanssa, onko sähkölaitteisto julkisella paikalla vai ei*
- *miten laajalle mahdollinen tulipalo tai vikajännite voi levitä*
- *millainen vaikutus puutteella on sähkötyön turvalliseen suorittamiseen jännitetaso* (Tukes, 2011)

Tukesin ohjeiden lisäksi aistinvaraisen tarkastuksen ohjenuorana käytettiin Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöstä sähkölaitteistojen turvallisuudesta. Kyseistä päätöstä pystyttiin käyttämään myös vanhempien asennusten siirtymäsäännöspykälän perusteella.

”Ennen tämän päätöksen voimaantuloa rakennettuja sähkölaitteistoja ei tarvitse muuttaa tämän päätöksen mukaisiksi, jos niistä ei aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa.”

(L 17.12.1999/1193, Sähköturvallisuuslaki)

4.2 Dokumentit

Kuntotutkimus kannattaa usein aloittaa sähkölaitteistojen dokumenteista. Näin saadaan usein hyvä alustava kuva sähkölaitteistojen iästä ja kuinka sähköjärjestelmä on toteutettu. On kuitenkin muistettava, että näihin on saattanut vuosien saatossa tulla muutoksia, joita ei ole päivitetty dokumentteihin.

Tarkasteltavassa kohteessa tutustuttiin ensimmäiseksi jännitteenjakokuviin, jotta pystyttiin kartoittamaan tarkastettavien keskusten määrä. Sähkökeskusten osaluetteloiden tarkastaminen tapahtui aistinvaraisen tarkastelun yhteydessä. Jokaiselta keskukselta tarkastettiin osaluettelo ja sen paikkansapitävyys pyrittiin arvioimaan. Jos osaluettelosta löytyi puutteita, kirjattiin tämä ylös raporttiin. Tutkimuksen yhteydessä ei pyritty selvittämään ylimääräisten lähtöjen laitteita, koska tämä olisi vaatinut tarkempaa tietämystä tehtaan sähkölaitteistosta.

4.3 Lämpökuvaus

Sähkötarkastuskeskuksen tutkimuksissa yleisimmiksi sähköpalon aiheuttajiksi todettiin löysä johdinliitos tai vikaantunut komponentti. Nämä viat aiheuttavat ylikäuperäisen, josta seuraa palovaara, johdineristysten sulaminen. Tämä myös kasvattaa oiko- tai maasulun mahdollisuutta. (Alhainen, 2015)

Kuvaukset suoritettiin Fluke Ti-25 lämpökameralla, joka on nähtävillä kuvassa 2. Kuvausten aikana pyrittiin havaitsemaan tilanteet, joissa kuormalaitteen kaapeleissa tai liittimissä löytyi normaalia suurempi lämpötila. Näiden kohdalta voitiin olettaa löysiä tai hapettuneita liitoksia. Joissakin tapauksissa oli mahdollista epäillä kuormalaitteessa löytyvää vikaa.



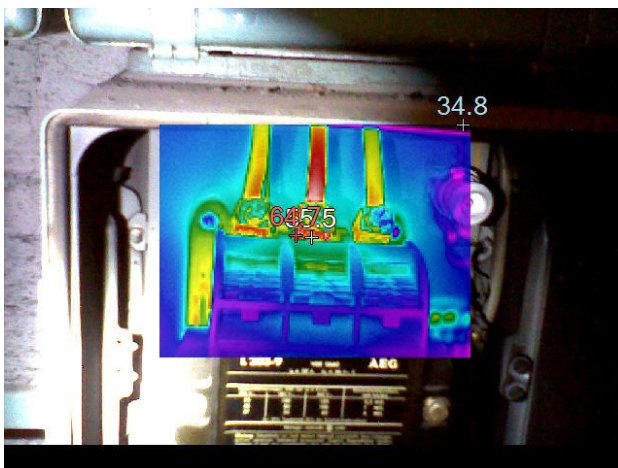
KUVA 2. Fluke Ti-25 lämpökamera (Reptekco, 2015)

Lämpökuvauksen ohjearvoiksi otettiin taulukon 2 arvot, jonka Alhainen on koonnut ST53.62 -kortista. Kyseinen ST-kortti käsittelee lämpökamerakuvausten suorittamista.

TAULUKKO 1. Jakokeskuksille sallitut lämpenemät (Alhainen, 2015)

Keskuksen osa	Lämpenemä [K]
Sisäänrakennetut komponentit <ul style="list-style-type: none"> tavanomaiset kytkin- ja ohjauslaitteet elektroniikkaosat (esim. tasasuuntaussilta) kojeen osat (esim. säädin, vakiojännitelähde) 	Kunkin komponentin sallittu lämpenemä on sallittu tuotestandardien mukaan tai komponentin valmistajan ohjeiden mukaan ottaen huomioon keskuksen sisätilan lämpötilan.
Ulkoisten eristettyjen johtimien liittimet	70
Käsiikäyttöiset ohjauslaitteet <ul style="list-style-type: none"> metalliset eristemateriaalista 	15 25
Kiskot ja johtimet <ul style="list-style-type: none"> Paljaiden kiskojen ja johtimien suurinta sallittua lämpenemistä 105 K ei saa ylittää. (Myös kaikkien muiden kriteerien on täytettävä.) 	Lämpenemistä rajoittavat <ul style="list-style-type: none"> johtavan materiaalin mekaaninen lujuus mahdolliset vaikutukset lähellä olevaan laitteeseen johtimeen kosketuksessa olevan eristysaineen sallittu lämpötila johtimen lämpötilan vaikutus siihen liitettyyn laitteeseen kytkentäkoskettimien aine ja pintakäsittely.
Kosketeltavissa olevat ulkoiset kotelot ja kannet <ul style="list-style-type: none"> metallipintaiset eristeaineiset pinnat 	30 40
Erilliset pistokytkintyyppiset liitännät	Rajoitetaan arvoon, joka sallitaan sen laitteen komponenteille, joiden osa liitännä on.

Kuvassa 3 on esimerkki tilanteesta, jossa yhden vaiheen johtimen lämpötila on muita korkeampi. Tässä tapauksessa oli epäiltävissä löysää liitosta kontaktorilla, jossa johtimen lämpötila on 67 °C.



KUVA 3. Lämpökamerahavainto löysästä liitoksesta

4.4 Kuntotutkimuksen raportointi

Kuntotutkimuksen lopuksi luotiin työstä kuntotutkimusraportti, joka luovutettiin työn tilaajalle. Koska kuntotutkimuksessa ei suoritettu mittauksia, kirjattiin tutkimuksen raportoinnissa keskuskohtaisesti pöytäkirjat, joihin lueteltiin eri keskuksilla ilmenneet viat ja puutteet. Lisäksi raporttiin kirjattiin toimenpide-ehdotukset, joilla puutteet voitaisiin korjata.

Liitteessä 1 on nähtävillä keskuksesta AVI/M12 luotu raportti. Kuten liitteessä on nähtävissä, keskuskohtaiseen raporttiin sisällytettiin viisi kohtaa: profiili, aistinvarainen tarkastus, dokumentit, lämpökuvaus ja suositukset. Itse profiilikohtaan kirjattiin lyhyesti kyseisen keskuksen kuormituksesta ja tyypistä. Kyseiseen raporttiin ei sisällytetty valo- ja lämpökamerakuvia, koska näiden ei koettu tuovan suurta lisäarvoa.

5 KUNTOTUTKIMUKSEN AISTINVARAINEN VAIHE

Tässä osiossa käsitellään kuntotutkimuksessa ilmenneitä asioita. Kuntotutkimukseen kuuluivat muuntajien M11 ja M12 PJ-puolen pääkeskukset ja näiden alakeskukset. Työn yhteydessä tarkistettiin myös sähkötila 35ST01 nykykunto.

5.1 Sähkötila 03ST01

Sähkötilassa 03ST01 on B/M11 ja A/M12 pääkeskukset ja lisäksi Glosskalanterille oma pääkeskuksensa. Pääkeskuksilla B/M11 ja A/M12 on omat syöttävät muuntajat, jotka ovat nimetty M11 ja M12:ksi. Muuntajat sijaitsevat sähkötilan vieressä.

5.1.1 Keskusten rakenne

Pääkeskukset B/M11 ja A/M12 ovat molemmat rakenteeltaan kennokeskuksia. Se tarkoittaa siis sitä, että keskus on jaettu pystysuuntaisiin osiin, josta käytetään nimitystä kenttä. Kentässä on vähintään yksi tai useampi kenno. Kuvassa 4 on nähtävissä pääkeskusten rakenne.



KUVA 4. B/M11 Pääkeskuksen rakenne

Vanhempien keskusten syöttöjen osalta on käytetty uuninluukkutyypisiä varokekytkimiä ja energiamittauksia. Näistä ei siis ole löydettävissä minkään tyyppistä kuormakytintä, vaan erottamisen saa tehtyä vain avaamalla varokekytkimen.

Uuninluukkutyypisten varokekytkimien suhteen Tukes on julkaissut suosituksen vaihtamiseen vuonna 1995. Näiden suhteen on nimittäin suuri henkilövaara tilanteessa, jossa varokekytkintä ollaan avaamassa. Jos tällaisessa tilanteessa syntyy valokaari, ei asentajalla ole muuta suojaa kuin jännitetyössä käytettävät varusteet. Kuvassa 5 on nähtävillä uuninluukkutyypinen varokekytkin.



KUVA 5. Uuninluukkutyypinen varokekytkin

Lisäksi sähkötilasta löytyi kaksi moottorilähtöä, joissa oli käytetty myös uuninluukkutyypisiä varokekytkimiä ja lisäksi kontaktoreita. Pääkeskuksella M11 oli myös muutama uudempi syöttö paperikoneen PK8 DC-käyttöihin, joissa oli käytetty uudempia varokekytkimiä ja osassa näistä oli lisäksi varokekytkin.

5.1.2 Lähtöjen numeroinnit

Keskusten jokaisesta kentästä löytyy lähdön nimi ja tunnus. Lähtöjen nimeämisen suhteen oli huomattavissa pientä eroavaisuutta, koska kyseisessä kohteessa on käytetty kahden eri aikakauden merkintätapaa. Vanhat alakeskukset ovat nimetty roomalaisilla numeroilla ja syöttävällä muuntajalla, kuten esimerkiksi nimellä AIII/M12. Näitä löytyi joko A- tai B-kirjaimella alkavia, mutta ensimmäisellä kirjaimella ei ollut merkitystä. Tämä nimeämiskäytäntö on todennäköisesti vanhojen asennusten peruja, joka on säilynyt remontin yhteydessä.

Uudempien lähtöjen merkinnöissä on käytetty vastaavasti lähtevän lähdön kennon numeroa ja syöttävää muuntajaa. Nämä lähdöt liittyivät enimmäkseen PK8:n DC-käyttöihin. Keskukselta löytyvästä lähdön kilvestä löytyi lisäksi sulakekoko ja käytettyjen syöttökaapeleiden paksuus ja lukumäärä. Kuvassa 6 on nähtävissä pääkeskusten lähtöjen merkinnät.

1. PÄÄMITTAUS	1. PK3 TYRISTORIKÄYTÖT (AXXI/M12)
2. PK1 RATINÖÖFIKESKUS (BIX/M11)	2. KALANTERI 12 (AVI/M12)
3. PK3 JAUHIMIEN KESKUS (AVIII)	3. PK3-8 VÄLIKÖN KESKUS (AV/M12)
4. PK3 KONEJAUHIN 1 (BVIII/M11)	4. VIIMEISTELYOSASTO (AIX/M12)
5. VIIMEISTELYOSASTO 3. KERROS (AX/M11)	5. PK3 PERUSJAUHIN 3 (5/M12)
6. PK7 KONEKESKUS 1 (BIII/M11)	6. PK 3 PERUSJAUHIN 2 (6/M12)
7. KESKUS PURETTU (BIV/M11)	7. M12 PÄÄMITTAUS AXXII PK3 VALAISTUS
8. PK8 VIIRA-PURISTINOSAN DC-KÄYTÖT (BV/M11) 4x(3x240+120)	8. LEIJUKUIVAIMEN RYHMÄKESKUS (AIV/M12)
9. PK8 KUIVATUSOSAN DC-KÄYTTÖ (BVII/M11) 630 A, 2x(3x240+120)	9. PK3 HOLLANTERIKESKUS (AII/M12)
10. PK8 KALANTERI+POPE DC-KÄYTÖT (BVI/M11) 2x(3x120+70)	10. MCC SYÖTTÖ (PAKKAKONE) (MK12/10)
11. PK8 KESKUS BII SYÖTTÖ (DC-KÄYTTÖTILA STI) 630 A, 2x(3x240+120)	11. PK3 MASSAKESKUS (AVII/M12)
12. TRUKKITALLI JA SEKAL. KESKUS (BI/M11)	12. LK1 (KULJETTIMET) (MK12/12)
13. LEIKKUUKONE OS. (BXI/M11)	13. PK3 KONEKESKUS 2 (AXVII/M12)
14. VARA	14. PK3 KONEKESKUS 1 (AI/M12)
	15. PK6 KONEKESKUS (AIII/M12)

KUVA 6. M11 ja M12 Pääkeskusten osaluettelo

5.1.3 Kiskosillat

Muuntajat ja muuntajien 400 V puolen pääkeskukset on yhdistetty kiskosillalla. Kuvassa 7 nähdään, kuinka se on toteutettu A/M12 sähkötilan suhteen. Kuvan yläreunassa olevalla puulevyllä on suojattu B/M11 menevä kiskosilta.



KUVA 7. Kiskosillat muuntajalta keskukselle B/M12

Kyseisessä tilanteessa kiskosillan tulisi olla suojattu IP2X koteloinnilla nykypäivän standardien (SFS 6000: 729.420.3.7 Asennukset sähkötiloissa) mukaan. Vaikka asennusaikana on mahdollisesti ollut voimassa eri määräykset kyseisen asian suhteen, on kuitenkin huomioitava kyseessä olevan turvallisuusseikka. Tämän perusteella voidaan velvoittaa kyseisen kohteen korjaamista.

5.1.4 Kaapelitila ja kaapelointi

Sähkötilan kaapelitila sijaitsee keskusten alapuolella. Kuten kuvasta 8 nähdään, kaapeleiden asennuksesta olisi parannettavaa, koska kaapelit on sijoitettu suoraan lattialle ja lisäksi heikko- ja vahvavirtakaapelit ovat keskenään sekaisin.



KUVA 8. Kaapelointi kaapelitilassa

Kohteen suhteen on erittäin hankala määritellä, täyttääkö se asennusajan aikaisia standardeja. Etsinnän jälkeenkään ei onnistuttu löytämään näin vanhoja standardeja, joten tähän ei pystytä ottamaan kantaa. Vaikka ilmenisi, että nämä eivät edes täyttäisi

asennusaikaisia standardeja, ei kyseistä kohdetta onnistuttaisi parantamaan muuten kuin uusimalla koko tila.

Keskukset ovat uudistettu vuonna 1975, joten osa tätä aikaisemmalta aikakaudelta olevia kaapeleita on öljyeristeisiä. Kuten kuvista 9 ja 10 on huomattavissa, näitä kaapeleita on jouduttu jatkamaan tai kaapelit on poistettu käytöstä remontin yhteydessä. Kuvista on lisäksi huomattavissa kaapelijatkosten vuotaminen ja öljy on päässyt vuotamaan tilan lattialle.



KUVA 9. Kaapelijatko alakeskukselle BI/M11



KUVA 10. Käytöstä poistettu kaapeli

5.1.5 Muita raportoitavia asioita

Sähkötilan puhtaus on kohtuullinen, vaikka keskuksen sisäisten komponenttien päältä löytyi reippaasti pölyä. Kuva 11 on otettu sähkötilasta ja siitä on huomattavissa pölyn määrä. Standardien mukaan sähkötilan kuitenkin tulisi olla vapaa pölyistä, joka on määritelty PSK standardeissa.



KUVA 11. Pölyn määrä sähkötilassa

”Sähkötilaan tulevan ilman pitää olla hyväksyttävästi vapaa pölystä ja syövyttävistä kaasuista. Sisään puhallettava ilma suodatetaan aina mekaanisesti ja lisäksi kemiallisesti ympäristöolosuhteista riippuen.”

(PSK Standardit, 2002)

Pölyn määrästä päätellen tilan ilmanvaihdossa ei ole käytetty suodatettua ilmanvaihtoa. On kuitenkin huomioitava tilan ikä, jonka vuoksi tilassa ei kuitenkaan vaadita suodatusta. Olisi kuitenkin suotavaa kuivapuhdistaa sähkötilan keskusrakenteet ja komponentit paloturvallisuuden vuoksi.

Paloturvallisuuden suhteen myös vaadittavaa palosammutinta ei ollut löydettävissä kyseisestä sähkötilasta. Se sijaitisi sähkötilaan vievällä käytävällä, noin 15 metrin päästä sähkötilan ovesta. PSK-standardien mukaan palosammuttimen pitäisi sijaita itse sähkötilassa:

”Sähkötiloissa pitää olla jauhesammutin. Aroissa tiloissa, joissa palokuormaa on vähän, pitää olla jauhesammuttimen lisäksi CO₂-sammutin tai inertiakaasuja.”

(PSK Standardit, 2002)

Sama asia toistui sähkötilojen 03ST01 ja 35ST01 osalta, joissa sijaitsi muutama tutkimukseen kuulunut sähkökeskus. Sähkötilassa 03ST01 ei ollut ulos astuessa nähtävissä palosammutinta. Lähistöllä kuitenkin sijaitsi palosammutin, mutta tämä oli jäänyt nurkan taakse piiloon. Paloturvallisuuden vuoksi sammuttimen pitäisi ainakin olla näkyvissä heti, kun tilasta astuu ulos.

Sähkötilan 35ST01 suhteen palosammutin löytyi ulkopuolella, mutta tämä oli hiilidioksidisammutin. Hiilidioksidisammutin on ymmärrettävissä sen vuoksi, että tilassa sijaitsee paljon elektroniikkaa, jolloin kyseinen sammutin on sopivampi. Kuitenkin PSK-standardien mukaisesti sähkötiloissa pitää olla löydettävissä molemmat sammuttimet.

Tilanteissa on joustettu käytännöllisyyden vuoksi, jotta ei tarvitsisi hankkia kahta erillistä sammutinta. Standardien mukaisesti kyseinen ratkaisu ei olisi hyväksyttävää ja tulisi korjata.

5.2 Alakeskukset

Tässä osiossa käsitellään M11 ja M12 muuntajien pääkeskusten alakeskuksia. Kuntotutkimuksen raporttiin kirjattiin puutteet ja viat ylös keskuskohtaisesti, mutta tähän työhön koostettiin yleisesti ottaen löytyneitä puutteita selityksineen.

5.2.1 Keskusrakenteet ja ympäristö

Ensimmäinen asia tutkimuksen aikana oli aina tarkastella keskuksen lähiympäristö ja keskusrakenteet. Lähiympäristön tarkastelussa pyrittiin varmistamaan, että keskuksella löytyi riittävät työtilat. Mikäli keskusrakenteissa oli löydettävissä vaurioita, pyrittiin myös havaitsemaan ympäristöstä löytyvät syyt vauriolle.

Yleensä keskuksen edestä löytyi hyvät työskentelytilat, mutta muutamien suhteen keskusten eteen oli tuotu tavaraa. Näissä tapauksissa esineet olivat alle 0,8 metrin päästä keskuksen edestä, jonka vuoksi standardien määräämä työskentelytila ei täyttynyt. Kuvassa 12 on nähtävissä, jossa PK3 alueella olevan sähkökeskuksen eteen on viety nostimia puomista välittämättä, joten kyseiset nostimet tulee siirtää muualle.



KUVA 12. AVI/M12 keskuksen edessä olevat nostimet

Yleisesti ottaen keskuksien kunto oli hyvällä tasolla, vaikka keskuksilla on jo reippaasti käyttöikä takana. Tämä näkyi erilaisina kulumina, jotka ovat muodostuneet ajansaatossa. Tämä koski erityisesti vanhimpia valurautakeskuksia, joiden kuormitus on jo pientä. Vanhimpien keskusten osalta syöttökaapeleiden suojaus on puutteellinen ja olisi suositeltavaa kyseisiin keskuksiin asentaa keskuksen alapuolelle suoja, joka suojaisi kaapelia.

Kunnossapidon tarkoituksena on kuitenkin varmistaa, ettei keskuksen kulumien vuoksi itse suojaus heikkene liikaa. Tämän täyttyessä pystytään varmistamaan, etteivät keskuksen sisäiset komponentit joudu ympäristön vaikutteille alttiiksi. Tämä tilanne on päässyt tapahtumaan keskuksella AXXII/M12, jonka koteloinnissa on huomattavissa selkeät jäljet siitä, että jotakin ainetta on tippunut tämän päälle. Lisäksi johtimissa löytyi korroosion merkkejä. Kuvat 13 ja 14 ovat kyseisestä keskuksesta.



KUVA 13. Keskus AXXII/M12



KUVA 14. Keskuksen AXXII/M12 johdoissa ilmenevä korroosio

Vanhimpien valurautakeskusten suhteen oli myös nähtävissä itse keskusrakenteen modifikaatioita, joissa vanhaan keskusrakenteeseen oli liitetty uusia kennoja eri aikakaudelta. Kyseinen muutos on kuitenkin laillinen, jos muutos on lisätty dokumentteihin. Esimerkki modifikaatiosta on nähtävillä kuvassa 15, jossa keskukseseen BI/M11 on lisätty uusia kennoja.



KUVA 15. Valurautakeskus BI/M11

5.2.2 Keskusten tiiviys

Standardit vaativat sähkökeskusten täyttävän vähintään IP2X-luokituksen. Tietyissä tilanteissa on kuitenkin suotavaa pyrkiä tätä parempaan suojaluokitukseen ympäristön vuoksi. Tästä syystä tutkimuksessa pyrittiin havaitsemaan keskuksilla kohdat, joiden kautta pölyn tai kosteuden on mahdollista päästä keskuksen sisäpuolelle.

Keskuksen AIX/M12 suhteen keskuksen läpivientien sulkutulppien suhteen ilmeni keskuksen kansien sisäpuolelta. Kuva 16 on otettu keskuksen AIX/M12 lähdestä, jossa

on huomattavissa kahvasulakkeiden pintaan muodostunutta ainetta, joka on kulkeutunut avonaisesta läpiviennistä. Kyseinen aine on todennäköisesti muodostunut trukkien pakokaasuista, jotka kulkevat lähellä kyseistä keskusta.



KUVA 16. AIX/M12 keskuksen lähdön kahvasulakkeet

5.2.3 Kosketussuojaus

Tutkimuksen aikana ilmeni, että melkein kaikki tutkimukseen kuuluvien keskusten sisälle oli mahdollista päästä ilman työkaluja. Tässä tilanteessa keskuksien pitää täyttää standardin SFS 600-4 mukaiset vaatimukset. Standardissa mukaan keskuksen, joka on tarkoitettu ammattihenkilöille, oven avaamisen jälkeen kaikkien kosketeltavissa olevien komponenttien tulee olla rakenteeltaan niin, ettei jännitteisiin osiin ole mahdollista osua tahattomasti.

Lisäksi, koska keskuksat sijaitsevat teollisuusalueella, olisi suotavaa, etteivät maallikot pääse keskuksen sisäpuolelle ilman työkaluja. Vanhimpien valurautakeskusten kansia ei ole enää mahdollista lukita työkalulla. Hiukan uudempien keskusten osalta vaatimus pystyttäisiin täyttämään kiristämällä kannen salvassa olevaa ruuvia. Tämä on kuitenkin jäänyt tekemättä.

Keskuksissa kansien avaamisen jälkeen oli selkeästi kosketeltavissa olevia jännitteellisiä osia, joita ei ollut suojattu millään tavalla. Kuvassa 17 on nähtävissä esimerkki avatusta kennosta, jossa paljaat jännitteiset osat ovat merkitty punaisella. Keskus ei siis täytä nykyisiä vaatimuksia, jotka määrittävät standardia SFS-6000-729X.2 (Keskusten perussuojaus).



KUVA 17. AI/M12 keskuksen moottorilähtö

”Jos ammattihenkilöille tai opastetuille henkilöille tarkoitetun jakokeskuksen oven takana on vaarallisia jännitteisiä osia ja käyttötoimenpiteinä tai niihin verrattavina kunnossapitotoimenpiteinä käsiteltäviä osia (esim. ohjaussulakkeita tai kuittauskytkimiä), on käyttötoimenpiteinä käsiteltävien osien ympäristössä oltava sellainen suojaus, ettei jännitteisiä osia jouduta tahattomasti koskettamaan.”

(Suomen standardisoimisliitto SFS, 2012)

Vaikka keskuksien rakentamisajalla on ollut voimassa eri määräykset, voidaan kyseisen puutteen korjausvaatimus perustella työturvallisuuslaissa mainitulla työnantaja yleisellä huolehtimisvelvollisuudella työntekijästä.

”Työnantaja on tarpeellisilla toimenpiteillä velvollinen huolehtimaan työntekijöiden turvallisuudesta ja terveydestä työssä. Tässä tarkoituksessa työnantajan on otettava huomioon työhön, työolosuhteisiin ja muuhun työympäristöön samoin kuin työntekijän henkilökohtaisiin edellytyksiin liittyvät seikat.”

(L 23.8.2002/738, 8 §).

5.2.4 Virran aiheuttamia vikoja

Keskuksella AX/M11, joka sijaitsee viimeistelyosaston kolmannessa kerroksessa, on huomattavissa lähdön 10 kahvasulakkeiden pitimissä selvä tummuminen. Lämpökuvauksissa ei kuitenkaan ilmennyt yllälämpenemää, jota odotettiin. Osaluettelon tutkiminen paljasti, että lähtöön on kytketty 5000 kg:n hissi. Todennäköisesti hissi ei ollut käytössä lämpökuvauksen aikana ja sitä edeltävänä tuntina, jonka vuoksi lämpenemiä ei ilmennyt. Tummuminen on nähtävissä kuvassa 18.



KUVA 18. Suuren kuormitusvirran aiheuttama pitimien tummuminen lähdössä AX/M11

Kyseisestä lähdöstä on myös huomattavissa, että ensimmäisen vaiheen kahvasulakkeen koko on 125 A ja muissa se on 100 A. Tällainen tilanne, jossa sulakekoot ovat erikokoiset, ei ole suositeltavaa.

Keskuksen AVI/M12 kahvasulakkeellisessa lähdössä on myös huomattavissa virran aiheuttamia vaurioita kahvasulakkeen pitimissä. Kuvassa 19 on nähtävissä kyseinen lähtö ja oikealta puolelta löytyy tarkempi kuva kyseisen vaiheen sulakkeesta.



KUVA 19. Keskuksen AVI/M12 kahvasulakelähtö

5.2.5 Kompensointilaitteisto

Usealta keskukselta on löydettyävistä Nokian kondensaattoriyksiköitä, jotka ovat tarkoitettu loistehon kompensointiin. Itse kompensointiyksiköt ovat todennäköisesti hankittu 1975 ja 1985 välisenä aikana, mutta tarkkaa vuotta ei saatu selvitettyä tutkimuksen aikana. Kuvassa 20 on nähtävillä keskuksilla käytetyn kompensointilaitteisto.



KUVA 20. Kompensointilaitteisto keskukselta AIII/M12

Kondensaattorit, jotka ovat valmistettu ennen 1980-lukua, pitää olla varautunut PCB - yhdisteiden olemassaoloon. Itse PCB – yhdiste luetellaan ongelmajätteeksi, joka on huomioitava hävittämisen aikana. Tämän takia oli olennaista selvittää, että sisältävätkö kondensaattorit kyseistä ainetta. Kyseiset kondensaattorit eivät sisältäneet ainetta, joten näiden hävittäminen tulee olemaan paljon yksinkertaisempaa.

Selvittäessä kondensaattorien kunnossapitotoita selvisi, että nämä yksiköt vaativat huoltoa 2-3 vuoden välein. Tämä ei ole kuitenkaan toteutunut. Yleisesti ottaen kondensaattorien kunto vaikutti hyvältä ja niistä ei löytynyt näennäisiä öljyvuotoja. Olisi kuitenkin suotavaa mitata kompensointilaitteiston ottama virta ja verrata sitä laitteiston ilmoittamaan, jotta pystyttäisiin ennakoimaan laitteiston vanheneminen.

Muutaman kondensaattorilaitteiston puhtaudesta löytyi kuitenkin parannettavaa. Kuten kuvassa 21 on nähtävillä, eräs kompensointilaitteisto on saanut päällensä paperimassaa. Tämä heikentää laitteen lämmönsiirtoa, jonka vuoksi sen lämpötila on hiukan korkeampi, joka lyhentää kyseisen yksikön käyttöikää.



KUVA 21. Kondensaattori keskuksella AII/M12

Kondensaattorien ohjaus tapahtuu yhteisesti pääkeskukselta. Kuvassa 22 on esitetty loistehon ohjauksen yksikkö. Kuten kuvasta on huomattavissa, yksikkö on keskuksen uudistamisvuodelta, eli 1970-luvun puolivälissä. Tämä yksikkö ohjaa alakeskuksien kondensaattorien kontaktoreja. Kyseiselle laitteelle ei todennäköisesti löydy varaosaa, jos laite rikkoontuu.



KUVA 22. Kompensoinnin ohjausyksikkö

5.2.6 Puretun keskuksen tarkastelu

Tarkastuksen aikana tuli esille, että yksi pääkeskuksen B/M11 alaisista sähkökeskuksista on poistettu käytöstä (BIV/M11). Poistaminen on toteutettu irrottamalla pääkeskukselta lähdön sulakkeet, merkitty kyseisen keskuksen pääkeskuksen kennoon ja myös pääkeskuksen. Syöttävää kaapelia ei oltu kuitenkaan kytketty irti ja mitään merkintää ei tästä löytynyt alakeskukselta.

Jotta sähkökeskus voidaan varmasti katsoa käytöstä poistetuksi, se tulisi erottaa syöttävästä sähköverkosta luotettavasti ja niin, ettei siihen voida kytkeä jännitteitä tavanomaisin toimenpitein. (Tukes, 2012)

On kuitenkin mahdollista tulkita, että keskuksen ei ole mahdollista kytkeä jännitteitä tavanomaisin toimenpitein. Nimittäin kahvasulakkeiden asentaminen uuninluukkutyypiseen varokekytkimeen voidaan luokitella epätavalliseksi toimenpiteeksi, jonka perusteella vaatimus täyttyy.

Kuitenkin keskuksen purkaessa pois käytöstä olisi suotavaa aina kytkeä syöttävä kaapeli irti pääkeskuksen lähdöstä. Samassa yhteydessä alakeskuksen voisi purkaa pois.

5.2.7 Kyseenalaiset asiat

Tutkimuksen alaisen laitteiston iän vuoksi tuli vastaan tilanteita, joihin ei pysty ottamaan kantaa standardeilla. Oli nimittäin tilanteita, joissa tutkittava kohde oli niin vanha, ettei ollut mahdollista löytää yhtään sellaista standardien pohjalta, johon asiaa olisi mahdollista verrata.

Yksi tällainen tilanne nähdään kuvassa 23, jossa on keskuksen AVI/M12 kahvasulakelähtö. Nämä sulakkeet ovat kaikki keskenään eri aikakaudelta, joista yksikään ei ole edes nykyaikaista mallia.



KUVA 23. Keskuksen AVI/M12 yhdestä lähdöstä löytyneet kolmen eri aikakauden sulakkeet

Vaikka sulakkeet ovat keskenään samankokoiset, ei ole kuitenkaan mahdollista ottaa kantaa näiden suojausominaisuuksista. Suojalaitteiden toiminta-ajat ja laukaisuvirrat ovat saattaneet hyvinkin muuttua ajan myötä, jolloin näillä kaikilla ei ole välttämättä samat suojatoiminnot. Yleisesti ottaen kaikkien sulakkeiden tulee toimia samoilla toiminnoilla ja tämä ei välttämättä toteudu kyseisellä ratkaisulla.

Lisäksi pääkeskuksen tutkimisen yhteydessä kiinnittyi huomio keskuksen BIII/M11 lähdön vuoksi, josta puuttui nollajohdin. Kuva 24 on otettu pääkeskukselta kyseisen keskuksen lähdöstä, jossa punaisella on merkitty puuttuvan nollajohtimen paikka.



KUVA 24. Pääkeskuksen lähtö BIII/M11:lle

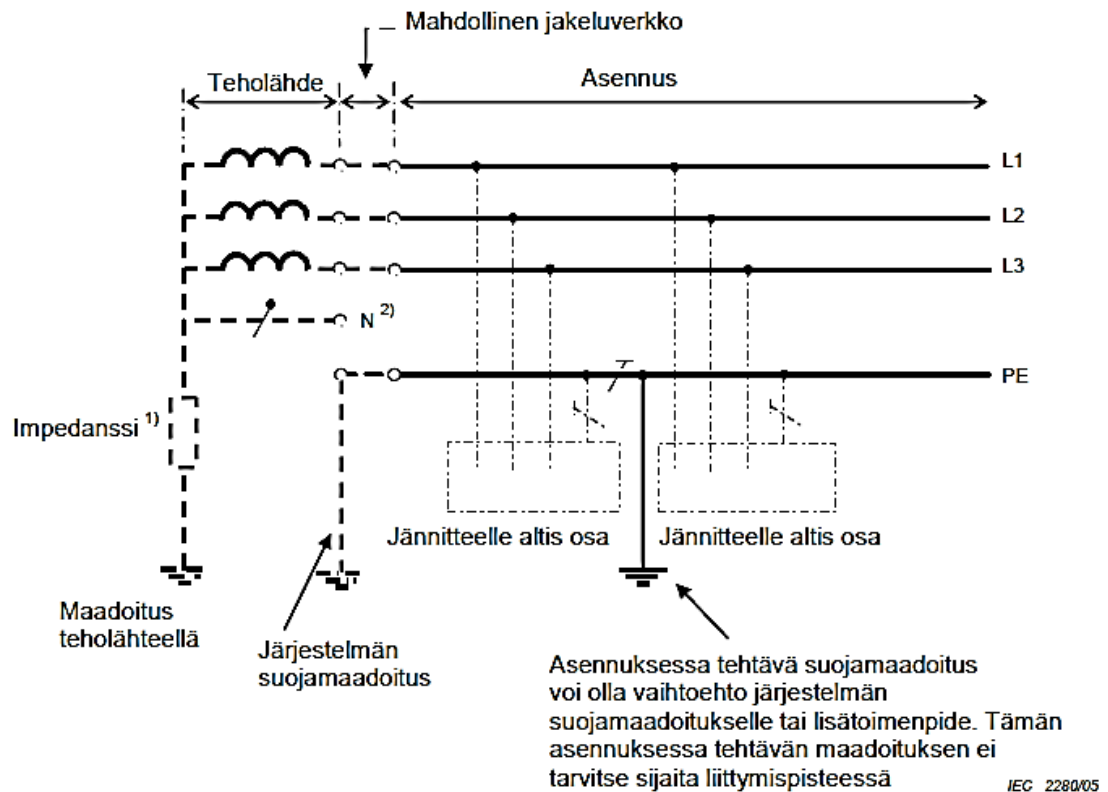
Tämä tilanne pystyttiin varmistamaan myös alakeskuksen päässä, mutta ongelma ei ollut havaittavissa muuten kuin avaamalla alakeskukselta syöttökaapelin kennon. Kyseisestä kennosta oli nimittäin nollajohdin liitetty runkoon suoraan kiinni ja jatkui sieltä kiskostoon. Runko itsessään oli yhdistetty maahan teräskaapelilla, joka on nähtävillä kuvassa 25. Kuvassa teräskaapeli on ympyröity punaisella renkaalla. Teräskaapelissa kulkeva virta mitattiin pihtimittarilla ja mittaushetkellä kaapelissa kulki 3 ampeerin virta.



KUVA 25. BIII/M11 Keskuksen maadoitusjohdin

Kyseisessä kohteessa on nähtävästi käytetty TT-järjestelmää, jossa alakeskus on maadoitettu suoraan ja sähköasennusten jännitteelle alttiit osat on yhdistetty jakelujärjestelmän maadoituselektrodeista sähköisesti riippumattomiin maadoituselektrodeihin. SFS 6000-standardien mukaan kyseistä järjestelmää ei ole

kuitenkaan käytetty Suomessa. TT-järjestelmän rakenne on nähtävissä kuvassa 26. Selkeää syytä TT-järjestelmän käyttämiseen ei löytynyt.



KUVA 26. TT-järjestelmän periaatekuva (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2012)

Tutkimuksen aikana löytyi myös vanhoja kontaktoreita keskusten luona. Kyseiset kontaktorit sisältävät öljyä, jonka vuoksi näitä pitää käsitellä ongelmajätteenä. Lisäksi ne eivät ole olleet käytössä enää pitkään aikaan, jonka vuoksi nämä pitää poistaa tehtaalta. Kuvassa 27 on nähtävissä poistettavat kontaktorit.



KUVA 27. Vanhat kontaktorit

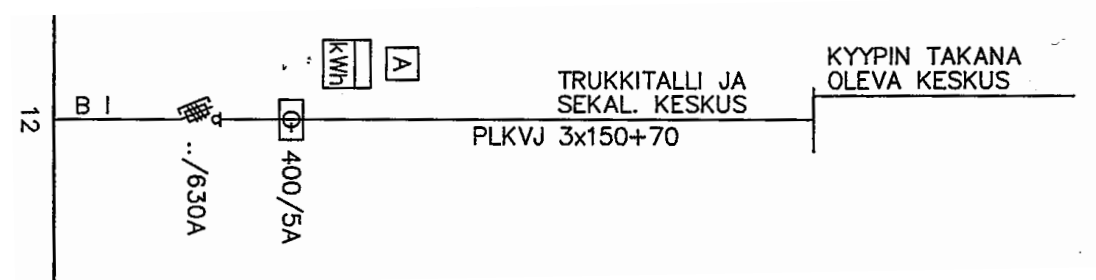
6 KUNTOTUTKIMUKSEN DOKUMENTTINEN VAIHE

Tutkittavien laitteiden korkean iän vuoksi dokumenttien tarkistaminen oli tietyissä kohdin haasteellista. Tämän vuoksi vain osa dokumenteista tarkastettiin. Pääkeskusten suhteen piti olla löydettävissä jännitejakokaavio ja keskusten rakennekuvat. Alakeskusten suhteen tarkastettiin osaluettelot ja näiden paikkansapitävyys.

6.1 Pääkeskusten dokumentit

Pääkeskusten suhteen dokumentit olivat helposti löydettävissä. Myös merkinnät keskuksilla olivat sen verran selkeät, että keskusten lähtöjen tunnistamisessa ei muodostunut ongelmaa. Keskusten rakennekuvat ja jännitejakokaaviot löytyivät sähköosaston kansioista, mutta eivät sähkötilasta. Itse rakennekuvat olivat ajan tasalla.

Jännitejakokaavioiden suhteen ilmeni kuitenkin selkeä puute. Aistinvaraisessa tutkimuksen yhteydessä ilmeni jo, että sähkötilan kaapelitilassa oli löydettävissä kaapelijatkoja. Kyseiset kaapelijatkot olivat peräisin vuoden 1975 sähkötilan remontin ajalta. Näitä ei löytynyt kuitenkaan jännitejakokaavioista, kuten kuva 28 on nähtävissä. Kyseinen kaapelijatkos oli nähtävillä kuvassa9.



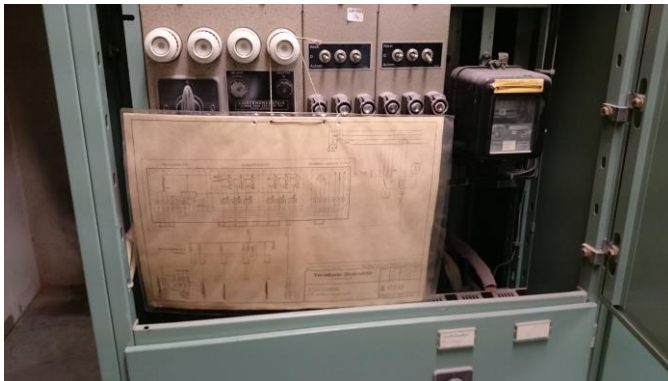
KUVA 28. Muuntopiiriin M11 jännitejakokaaviossa esitetty lähtö BI/M11

Päivitetty jännitejakokaaviodokumentti on vuodelta 1996, joten on oletettavissa, että kaapelijatkosta ei ole koskaan lisätty dokumentteihin. Kyseinen puutos pitää ehdottomasti korjata dokumentteihin, jotta ne olisivat ajantasalla.

Jännitejakokaavio muuntopiiristä M12 ei ole löydy päivitettyä versiota, kuten M11 muuntopiiristä. Kyseisen dokumentin päivämäärämerkintä on vuodelta 1968: Lisäksi

kyseistä dokumenttia ei ollut löydettävissä sähköisenä versiona, jonka vuoksi jo pelkästään dokumentin voisi päivittää.

Lisäksi pääkeskuksien dokumentteihin liittyen voidaan mainita kompensointilaitteiston piirikaavioiden sijainti. Kyseiset piirikaaviot sijaitsevat pääkeskusten kansien sisäpuolella ja kopiot olivat löydettävissä sähköosastolla vanhojen sähkökuvien joukosta. Keskuksella sijaitsevien kuvien säilytyspaikaksi pitää kehittää parempi sijainti. Nykyinen säilytyspaikka on nähtävillä kuvassa 29.



KUVA 29. Kompensointilaitteiston piirikaavion nykyinen sijainti

6.2 Alakeskusten dokumentit

Alakeskusten osalta tarkistettiin vain osaluettelot. Myös rakennekuvia pyrittiin tarkistamaan, mutta näiden löytäminen kaikkien osalta olisi vienyt niin paljon aikaa, ettei tätä koettu enää hyödylliseksi.

Osaluetteloiden osalta löytyi monen keskuksen osalta puutteita. Yleisimpänä puutteena oli yhden tai muutaman kuormalaitteen keskukselta poistaminen, jota ei oltu osaluetteloon päivitettyä. Joidenkin suhteen muutokset oli kirjattu lyijykynällä keskukselta löytyneeseen osaluetteloon, mutta muutoksia ei ollut tehty osastolta löytyneisiin osaluetteloihin. Ilmenneet puutteet kirjattiin ylös raportteihin.

Keskusten runkokuvia ei kaikkien keskusten osalta löytynyt. Yleisesti ottaen runkokuvat eivät yleensä muutu ajan myötä, mutta nyt tehtaalta löytyi muutama valurautakeskus, joita oli modifioitu. Näiden suhteen oli lisätty uusi kenno keskukseseen, kuten kuvassa 30 on nähtävissä. Näiden osalta kyseiset muutokset pitäisi olla lisättyinä

runkokuvaan. Nyt asiaa ei pystynyt varmistamaan, joten ei pystytä ottamaan kantaa muutoksen asianmukaisuuteen.

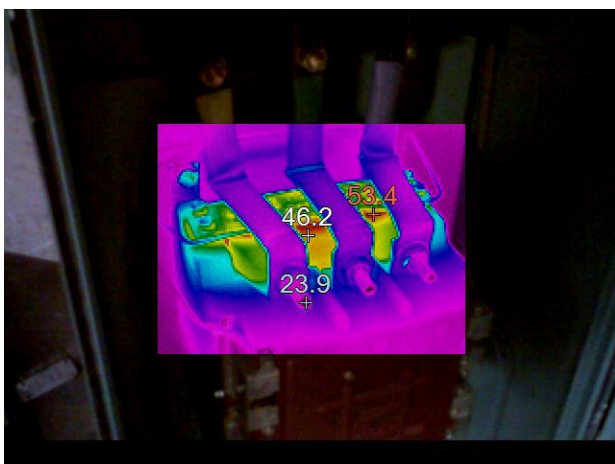


KUVA 30. Keskus AIII/M12, jota on modifioitu

7 KUNTOTUTKIMUKSEN LÄMPÖKUVAUSVAIHE

Lämpökuvauksien aikana ilmeni odottamaton ilmiö, jota ei ollut odotettavissa. Koska kuntotutkimukseen piiriin kuului vanhoja laitteita, olivat näiden lämpenemät selkeästi suuremmat kuin uudemmalla laitteistolla, joka olisi uudemmilla kontaktoreilla jo hälyttävä merkki.

Tutkimuksen aikana ilmeni, että yleisesti ottaen näiden vanhojen kontaktorien lämpötilat ovat 50- 60 asteen välillä. Kuvassa 31 on nähtävillä vanhasta kontaktorista otettu lämpökuva. Kuvassa kontaktorin lämpötila on 53,4 °C.



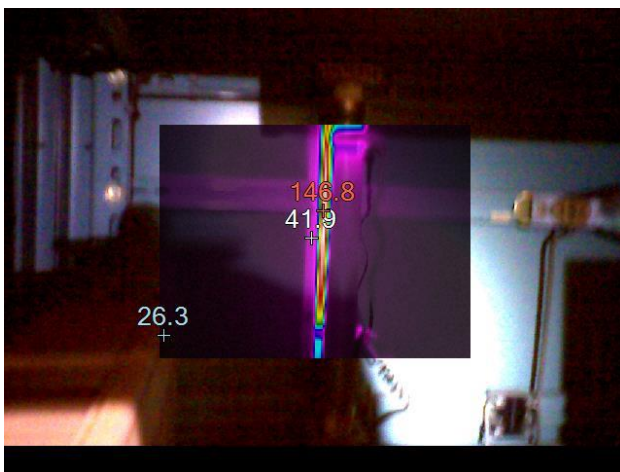
KUVA 31. Kontaktori keskuksella AII/M12

Joillakin keskuksilla ilmeni lähtöjä, jotka olivat selkeästi lämpimämpiä. Näiden kohdalla piti tarkistaa ensin, että onko kyseinen lähtö 1- vai 3-vaiheinen. Tämän jälkeen tarkistettiin kyseisen lähdön laite. Näiden tietojen perusteella tarkistettiin, onko kyseisessä lähdössä mahdollinen vianalku vai onko kyseessä normaali käytönaikainen lämpeneminen. Kuvassa 32 on nähtävissä kolmivaihelähtö, jossa on huomattavissa selkeä lämpötilaero sulakkeilla.



KUVA 32. Keskuksen AVIII/M12 moottorilähtö

Muutamien löystyneiden liitosten ja komponenttien ylikuumenemisen lisäksi oli löydettävissä keskukselta AI/M12 komponentti, jonka lämpötila nousi yli 140 °C lämpötilaan. Komponentin lähemmässä tarkastelussa päädyttiin komponentin olevan säädettävä vastus. Samankaltaisia vastuksia löytyi myös muista sähkötiloista ja myös näiden lämpötilat olivat korkeita. Kuvassa 33 on nähtävillä tilanteesta otettu lämpökamerakuva.



KUVA 33. Keskuksen AI/M12 säädettävä vastus

Lämpökamerakuvauksissa löytyi paljon vähemmän lämpenemiä kuin ennen testin alkua oletettiin. Asiaa osittain selittää osittain, että tehtaalla suoritetaan kyseinen toimenpide kerran vuodessa. Täten vaikuttaa, että kyseinen tarkistuksella on pystytty vähentämään erittäin hyvin löystyneitä liitoksia määriä.

Lisäksi joidenkin keskusten osalta kuormitus oli niin vähäistä, ettei tämä aiheuttanut lämpenemiä. Joidenkin keskusten osalta oli huomattavissa virran aiheuttamia vikoja, joista lämpökameralla ei saatu mitään havaintoja. Kaikki huomiota herättäneet lämpökamerahavainnot kirjattiin ylös kuntotutkimusraporttiin.

8 KUNNOSSAPIDON SUUNNITTELU

Tutkimuksen kokonaiskuva on se, että useat tutkimuksen piiriin kuuluneista laitteistoista ovat elinkaarensa loppupuolella. Lisäksi oli myös huomattavissa se, että vanhimpien sähkökeskusten kuormitusta on pyritty vähentämään ajansaatossa. Lisäksi tehtaalla on pyritty selkeästi välttämään uusien asennusten tekeminen näihin sähköjärjestelmien osiin. Tutkimuksen aikana havaittiin kuitenkin puutteita, joita pystytään poistamaan.

8.1 Yleiset puutteet

Työn tilaajalle luovutetussa kuntoraportissa sisältyi korjausehdotukset yleisimpien puutteiden suhteen. Näihin yleisesti ottaen kuuluivat huomiot keskusrakenteiden puutteista, kuten esimerkiksi läpivientien avonaisuus.

Lisäksi yleisesti ottaen olisi suositeltavaa keskusten kuivapuhdistus, koska joidenkin keskusten sisälle oli päässyt pölyä ja muuta materiaaleja, jotka voivat muodostaa palovaaran.

Toisena yleisenä asiana oli huomautus osaluetteloiden päivittämisestä. Eteen tuli nimittäin usein tilanteita, joissa keskuksella olevassa osaluettelossa oli päivitetty muutoksia lyijykynällä, joita ei ole päivitetty sähköosaton dokumentteihin. Lisäksi löytyi muutama tilanne, joissa muutoksia ei ollut päivitetty edes keskukselta löytyneeseen osaluetteloon.

8.2 Sähkötila ja pääkeskukset

Sähkötila on selkeästi vanhanaikainen. Tämän vuoksi keskuksien saneerauksesta syntyvät kulut ylittävät selkeästi sähkötilan uusimisesta aiheutuvat kustannukset. Tämä arvio perustuu Sami Mäntymaan opinnäytetyöhön, jossa käsiteltiin sähkötilan uusimista. Tässä työssä sähkötila oli huomattavasti uudempi ja siinäkin tilanteessa

sähkötilan restauroinnissa syntyneet kustannukset ylittivät uusimisesta aiheutuvat kustannukset. (Mäntymaa, 2013)

Vaikka keskuksien kosketussuojaukset ja rakenteissa on selkeitä puutteita, voidaan kuitenkin näiden osalta joustaa, koska nämä sijaitsevat sähkötilassa. Sähkötilan ovi on lukollinen ja sopiva avain löytyy vain sähköosastolta. Voidaan siis selkeästi todeta, ettei kyseiseen tilaan ulkopuolinen ei pysty pääsemään huomaamatta.

Suurin puute työturvallisuuksien kannalta on paljaat johdinosat sähkökeskuksissa. Vaaraa vähentää lukittava ovi, kuten edellisessä kappaleessa mainittiin. Lisäksi paljas kiskosilta kosketusetäisyydellä aiheuttaa vaaraa. Tämän suhteen suositellaan suojan asentamista, koska uuden kiskosillan asentaminen ei ole mahdollista.

8.3 Puretut kaapelit

Sähkötilan kaapelitilasta löytyneet puretut öljyeristeiset kaapelit tulkitaan jätelain mukaan jätteeksi, koska kyseiset kaapelit ovat poistettu käytöstä.

”Tässä laissa tarkoitetaan jätteellä ainetta tai esinettä, jonka sen haltija on poistanut tai aikoo poistaa käytöstä taikka on velvollinen poistamaan käytöstä.”
(Ympäristöministeriö, 2012)

Koska kyseisissä kaapeleissa on käytettyä öljyä, ne luokitellaan ympäristöministeriön päätöksen 1129/2001 mukaisesti ongelmajätteeksi (kategoria 13 03 00: Eristys- ja lämmönsiirtoöljyjätteet sekä muut nestemäiset jätteet). Ilman tarkempaa tietoa kaapeleiden öljytyypistä, pitää kaapeleita käsitellä ongelmajätteenä. Tämän vuoksi kyseiset kaapelit pitää ilmoittaa yrityksen ympäristövastaavalle jaon luotava suunnitelma kaapeleiden asianmukaiseen poistamiseen.

8.4 Sähkökeskukset

Tutkimuksessa ilmeni, että vain yhden sähkötilan ulkopuolella olevan sähkökeskuksen kaikki luukut olivat lukittuina. Muiden keskusten suhteen maallikon on mahdollista päästä sähkökeskusten jännitteisiin osiin ilman työkaluja.

Valurautakeskusten suhteen asiaa ei ole mahdollista korjata, mutta uudempien keskusten suhteen tämä voidaan korjata pienellä vaivalla. Keskuksien luukut ovat nimittäin mahdollista lukita pienellä ruuvilla, jonka myötä keskuksien kansia ei pystytä enää avaamaan ilman työkalua. Näin pystytään varmistamaan se, että maallikot eivät pääse käsiksi jännitteisiin osiin hetken mielihohteessa.

8.5 Valurautakeskukset

Valurautakeskuksilta löydettyjen vanhojen kontaktorien poistamisessa pitää käyttää samoja toimenpiteitä kuin puretuille kaapeleille. Nämä kontaktorit nimittäin sisältävät öljyä ja eivät ole enää käytössä.

Työturvallisuuden kannalta valurautakeskukset ovat selkeästi vaarallisemmat kuin muut keskukset. Tämä on huomattavissa myös uusien kuormalaitteiden sähkösuunnittelussa, jossa pyritään välttämään uusien laitteiden lisääminen näihin keskuksiin. Tämän takia osa keskuksista voidaan poistaa käytöstä ja rakentaa tilalle muutama pienempi keskus. Taulukossa 3 on lueteltu keskukset, joita kuntotutkimuksen perusteella suositellaan vaihdettavaksi.

TAULUKKO 2. Purettavat valurautakeskukset

KESKUKSEN TUNNUS	KESKUKSEN NIMI
BIX/M11	PK1 RATINÖÖFIKESKUS
BIII/M11	PK7 KONEKESKUS 1
AIII/M12	PK6 KONEKESKUS
BI/M11	TRUKKITALLI JA SEKAL. KESKUS
AII/M12	PK3 HOLLANTERIKESKUS

Sähkökeskuksella BIX/M11 ei ole käytössä kuormalaitteita. Osaluettelon mukaan keskuksella sijaitisi vain yksi laite, joten tämä tulisi tarkistaa ja tilanteen mukaan siirtää muualle. Tämän jälkeen voitaisiin poistaa kyseinen keskus käytöstä ilman ylimääräisiä kustannuksia.

Keskuksen BIII/M11 tutkimisen aikana löydettiin syöttökaapelin jatko ja lisäksi nollan puute. Lisäksi keskus oli vanhoja valurautakeskuksia, jonka vuoksi kaikkien puutteiden

myötä keskus on riskialtis työntekijöille. Tämän suhteen ei onnistuttu löytämään mahdollista varasyöttöyhteyttä, vaan keskuksen syöttö pitäisi uusia kokonaan uudeksi, jonka yhteydessä myös keskus uusittaisiin. Jos keskusta ei uusita, pitää keskukselle vetää pääkeskukselta oma PEN-johdin.

Keskukset BI/M11 ja AIII/M12 voidaan yhdistää yhdeksi sähkökeskukseksi. Kyseiset keskukset sijaitsevat varsin lähekkäin toisiaan ja ovat vanhoja valurautakeskuksia. Lisäksi keskusten kuormitus on tällä hetkellä sen verran pieni, että näiden yhdistäminen olisi mahdollista.

Keskusten yhdistäminen vähentäisi käytävältä yhden keskuksen, jonka nimellisvirta tulisi olemaan alle 600 A, joka alittaisi pääkeskuksen suurimman salliman sulakekoon. Samalla välttyttäisiin useamman syöttökaapelin vetämiseltä ja keskuksen asentamiselta, joka alentaisi kustannuksia.

Keskuksella AII/M12 löytyi vain muutama kuormalaite. Suurimpana lähtönä keskuksella on pistorasiakeskus, joka sijaitsee noin 15 metrin päässä keskukselta. Kyseisen keskuksen lähellä sijaitsee lisäksi keskus AVII/M12, joka on tästä kerroksen alempana. Pistorasiakeskus voitaisiin korvata uudemmalla hiukan suuremmalla keskuksella, johon keskuksen AII/M12 lähdöt siirrettäisiin. Keskuksen syöttö otettaisiin keskukselta AII/M12, jossa on vapaana muutama suurempi lähtö.

8.6 Kompensointilaitteisto

Keskuksissa käytetyt kompensointilaitteet ovat jo ylittäneet käyttöikänsä, jota tyypillisesti 15 -20 vuotta. Koska näille ei ole suoritettu huoltotoimenpiteitä, ei voida ottaa kantaa kondensaattorien nykyisestä kompensointitasosta, joka on varmasti laskenut huomattavasti alkuperäisestä.

Vaihdon yhteydessä voitaisiin vaihtaa kompensointiparisto automatiikkaparistoihin. Kustannukset tulisivat olemaan jonkin verran korkeammat, mutta kyseinen ratkaisu mahdollistaisi pääkeskuksilla sijaitsevien kompensointiohjauslaitteiden poistamisen. Kompensoinnin ohjaus siis siirrettäisiin yhteisestä kompensoinnista keskuskohtaiseksi kompensoinniksi.

Restauroinnin yhteydessä vanhat kompensointiyksiköt voidaan hävittää elektroniikkaromuina. Kyseiset kondensaattorit eivät sisällä PCB-yhdisteitä, jotka tekisivät näistä ongelmajätteitä.

9 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli tehdä kuntotutkimus paperitehtaalla. Itse työ rajoitettiin paperikoneen PK3 sähkökeskuksiin työmäärän rajaamiseksi järkeväksi. Paperikone on myös tehtaan vanhin käytössä oleva paperikone, jonka vuoksi laitteisto oli erittäin vanhaa ja laitteistosta oli yhdistetty vanhaa ja uutta sähköistystä.

Työssä pyrittiin tarkastelemaan sähkökeskusten puutteita työturvallisuuden kannalta ja tuoda tehdyille johtopäätöksille tukea työturvallisuuslailla ja pienjännitesähköasennusstandardeilla. Tutkimuksen aikaisista havainnoista luotiin oma kuntotutkimusraportti, jota ei tähän työhön sisällytetty. Liitteessä on nähtävissä ote kuntotutkimuksen raportoinnista. Kuntotutkimusraportti luovutettiin työn päättymisen yhteydessä työn tilaajalle.

Opinnäytetyön laajuus ennen työn aloittamista vaikutti paljon pienemmältä kuin se loppujen lopuksi tuli olemaan. Itse kuntotutkimus sujui varsin suoraviivaisesti ja siinä ei tapahtunut suurempia kömmähdyksiä. Standardien tutkiminen vei selkeästi oletettua enemmän aikaa laitteiston iän vuoksi, koska näiden suhteen ei ollut löydettävissä standardeja, joita niiden täytyy noudattaa. Tämän vuoksi työn aikaisissa osioissa jouduttiin käyttämään paikoitellen harkinnanvaraista päättelyä.

Iläkkään laitteiston luomista haasteista huolimatta työssä onnistuttiin tuomaan esille nykyinen sähköistyksen taso ja kohdat, jotka tulevat vaatimaan restaurointia. Näiden tietojen pohjalta voidaan luoda tarkempi kunnossapitosuunnitelma kohteelle ja lisäksi alustava saneerausehdotusta budjettiarvioineen.

LÄHTEET

- 23.8.2002/738. Työturvallisuuslaki. (ei pvm). L 23.8.2002/738. *Työturvallisuuslaki*.
Haettu 30. 03 2015 osoitteesta Finlex:
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>
- Alhainen, J. (2015). *Jakokeskusten sähköisten liitosten vikaantumismekanismit ja sähköpalot*. Tampere: Tukes.
- Henkilö- ja Yritysarvionti Seti Oy. (2009). Sähkötyöturvallisuusmääräykset käytännössä. *Artikkeli- ja tutkintokokoelma 13*. Espoo.
- Mäkinen, M.;& Kallio, R. (2013). *Teollisuuden sähkökäytöt*. Tampere: Amk-Kustannus Oy Tammertekniikka.
- Mäntymaa, S. (2013). *Teollisuuslaitoksen sähkökeskusten kunnossapitosuunnitelma*. Tampere: Tampereen ammattikorkeakoulu.
- PSK Standardisointi. (15. 08 2011). Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät.
- PSK Standardit. (17. 01 2002). SÄHKÖTILAT ENINTÄÄN 1000 V.
- Suomen standardisoimisliitto SFS. (11. 10 2010). SFS-EN 13306. *Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia*.
- Suomen standardisoimisliitto SFS. (13. 08 2012). SFS 6000-312.2.2. *TT-järjestelmä*.
- Suomen standardisoimisliitto SFS. (13. 08 2012). SFS 6000-7-729. *Erikoistilojen ja -asennusten vaatimukset. Jakokeskusten asentaminen*.
- Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto. (2002). *Kuntotutkijan käsikirja*. Espoo: Painokurki Oy.
- Sähköinfo Oy. (2014). *Sähköasennusopas*. Espoo: Sähköinfo Oy.
- Tukes. (2011). Sähkölaitteistot ja käytönjohtajat. Tukes.
- Tukes. (20. 08 2012). *Käytöstä poisto*. Haettu 27. 02 2015 osoitteesta
<http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko-ja-hissit/Sahkolaitteistot/Kaytosta-poisto/>
- Turvatekniikan keskus. (05. 06 1998). *Taannehtivasti sovellettut sähkölaitteistojen rakennetta koskevat määräykset*. Tukes.
- Ympäristöministeriö. (01. 05 2012). Jätelaki 646/2011. Helsinki.

LIITTEET

Liite 1. Ote kuntotutkimuksen raportoinnista

KUNTOTUTKIMUS

KALANTERI 12 AVI/M12

Profiili	<p>Keskus on vanhoja valurautakeskuksia. Itse keskukselta lähtee 3 suurempaa (>100 A, kondensaattori, AXIII syöttö, jälkimittausosasto). Lisäksi keskuksella on 3 tulppasulakelähtöä käytössä.</p> <p>Samassa tilassa sijaitsee myös AV/M12 (PK3-8 VÄLIKÖN KESKUS) keskus.</p>
Aistinvarainen tarkistus	<p>Keskuksella edessä on suoja puomit, joilla pyritään pitämään trukikuksia ajamatta aivan keskuksen eteen. Näin ei ole kuitenkaan tapahtunut ja trukit ovat aivan keskuksen edessä. Hankaloittavat keskukselle pääsyä, eikä kaikkia keskuksen kansia ole mahdollista avata.</p> <p>Keskuksen alapuoliset johdot ovat suojaamatta ja trukikuskut voivat osua näihin.</p> <p>Yksi kahvasulakkeen pitimistä näyttää merkkejä siitä, että siinä on kulkenut suurempi virta. Lämpökuvauksissa tämän suhteen ei ilmennyt raportoitavaa.</p>
Dokumentit	Keskukselta löytyy osaluettelo, joka on ajan tasalla. Osastolta tätä ei löytynyt.
Lämpökuvaukset	Ei ilmennyt raportoitavaa.
Suosituks	Keskuksen edestä trukkien siirto ja PK3 paperikoneen ilmoitus siitä, ettei niitä saa sijoittaa siihen.